

This Page Is Inserted by IFW Operations
and is not a part of the Official Record

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

**As rescanning documents *will not* correct images,
please do not report the images to the
Image Problems Mailbox.**

This Page Blank (uspto)

(19)



JAPANESE PATENT OFFICE

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number: **06232843 A**

(43) Date of publication of application: **19 . 08 . 94**

(51) Int. Cl

H04J 14/02
H04B 10/02

(21) Application number: **05015735**

(22) Date of filing: **02 . 02 . 93**

(71) Applicant: **NIPPON TELEGR & TELEPH
CORP <NTT>**

(72) Inventor: **TACHIKAWA YOSHIAKI
TAKAHASHI HIROSHI
KAWACHI MASAO**

(54) OPTICAL WAVE ADDRESS SYSTEM

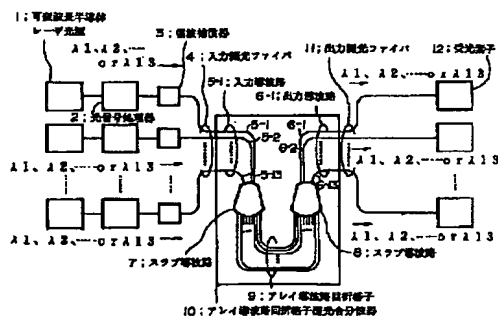
waveguide defraction grating type optical
synthesizer/branching filter 10.

(57) Abstract:

COPYRIGHT: (C)1994,JPO&Japio

PURPOSE: To simplify an $N \times N$ optical synthesizer/branching filter conventionally constituted by combining a lot of optical synthesizers/branching filters with the constitution using an $N \times N$ waveguide type optical synthesizer/branching filter and a variable wavelength light source, to improve the yield, and to select or switch an address for sending optical signals by setting the wavelength of the variable wavelength light source.

CONSTITUTION: This optical wave address system is composed of plural variable wavelength semiconductor light sources 1, optical signal processor 2 for performing signal processing to emit light from the variable wavelength light sources 1, array waveguide defraction grating type optical synthesizer/branching filter constituted by forming plural input waveguides 5, spline waveguides 7 and 8, array waveguide defraction grating 9 and plural output waveguides 6 on an optical waveguide substrate so as to respectively output the input signal beams of plural wavelengths emitted from the plural variable wavelength light sources 1 from these plural output waveguides 6 corresponding to the respective wavelengths, and plural photodetectors 12 for detecting optical signals outputted from the array



This Page Blank (uspto)

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平6-232843

(43)公開日 平成6年(1994)8月19日

(51)IntCl. ⁵	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
H 0 4 J 14/02				
H 0 4 B 10/02		8523-5K	H 0 4 B 9/ 00	E
		8523-5K		U

審査請求 未請求 請求項の数 2 O L (全 7 頁)

(21)出願番号 特願平5-15735

(22)出願日 平成5年(1993)2月2日

(71)出願人 000004226

日本電信電話株式会社
東京都千代田区内幸町一丁目1番6号

(72)発明者 立川 吉明

東京都千代田区内幸町1丁目1番6号 日
本電信電話株式会社内

(72)発明者 高橋 浩

東京都千代田区内幸町1丁目1番6号 日
本電信電話株式会社内

(72)発明者 河内 正夫

東京都千代田区内幸町1丁目1番6号 日
本電信電話株式会社内

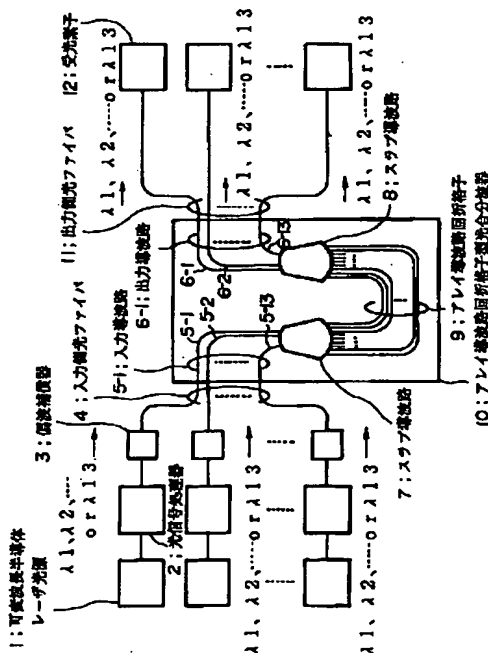
(74)代理人 弁理士 志賀 正武

(54)【発明の名称】 光波アドレスシステム

(57)【要約】

【目的】 $N \times N$ 導波路型光合分波器と可変波長光源を用いた構成により、従来は多数の光合分波器を組み合わせて構成されていた $N \times N$ 光合分波器の単純化と歩留まり向上を図り、可変波長光源の波長設定により光信号が送られるアドレスを選択、切替えを行う。

【構成】 複数の可変波長光源1と、該可変波長光源1からの出射光に信号処理を施す光信号処理器2と、光導波路基板上に複数の入力導波路5、スラブ導波路7、8、アレイ導波路回折格子9、および複数の出力導波路6が形成されてなり、上記複数の可変波長光源1から出射された複数の波長の入力信号光を各波長に対応して上記複数の出力導波路6からそれぞれ出力するアレイ導波路回折格子型光合分波器10と、該アレイ導波路回折格子型光合分波器10から出力された光信号を検出する複数の受光素子12を備えてなる光波アドレスシステム。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 複数の可変波長光源と、

該可変波長光源からの出射光に信号処理を施す光信号処理器と、

光導波路基板上に複数の入力導波路、スラブ導波路、アレイ導波路回折格子、および複数の出力導波路が形成されており、上記複数の可変波長光源から出射された複数の波長の入力信号光を各波長に対応して上記複数の出力導波路からそれぞれ出力するアレイ導波路回折格子型光合分波器と、

該アレイ導波路回折格子型光合分波器から出力された光信号を検出する複数の受光素子を備えてなることを特徴とする光波アドレスシステム。

【請求項2】 上記可変波長光源および光信号処理器が、上記アレイ導波路回折格子型光合分波器と一体化されていることを特徴とする請求項1記載の光波アドレスシステム。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は光波長（あるいは周波数）分割多重通信における光波アドレスシステムに関するものである。

【0002】

【従来の技術】 波長（あるいは周波数）分割多重通信システムは光の広帯域性を生かして波長（あるいは周波数）の異なる複数の光に情報を割当てて大容量伝送を実現する方式である。この光波長（あるいは光周波数）分割多重伝送技術の応用例として光波アドレスシステムがある。このシステムは、所定の情報を所定のアドレスへ伝送できるようにしたもので、複数の光源、異なる波長（あるいは周波数）の光を結合する機能を有する光合波器、波長（あるいは周波数）多重された信号光を各波長（あるいは周波数）ごとに分離する機能を有する光分波器、および分離された光信号を電気信号に変換する複数の光検出器が使用される。この光波アドレスシステムについて従来提案された代表的なものを以下に示す。

【0003】 【従来例1】 図8は $N \times N$ 光波長ルーティングネットワークの従来例である。この $N \times N$ インターコネクションは、 N 個の可変波長レーザ光源31と、 N 組の $1 \times N$ 光合分波器32と、 N 個の光受信器33と、光合分波器32間を結ぶ N^2 本の光ファイバ34で概略構成されている。そして、 $1 \times N$ 光合分波器32の配置と相互接続のボタンにより、一つの入力ポートから一つの出力ポートへ伝わる光信号の波長は与えられた一波長しか許されないようになっている。したがって、一般に $N \times N$ インターコネクションには N^2 波の波長が必要とされているが、このような一つの出力ポートに1波以上の信号光が同時に出力されない完全に非干渉な方法により、 N 波の波長ですむことが知られている。この例のシステムにおいては、入力ポートに接続された可変波長光

源31の波長を選択することによって、異なる出力ポートの光受信器33の何れにも光信号を送信することができる。

【0004】 【従来例2】 図9は放送形スターネットワークの従来例である。各ノード（端末）の送信部35はノード毎に波長の異なる固定波長レーザ光源、各ノードの受信部37は $1 \times N$ バルク型グレーティング分波器と光受信器からなり、 N 個のノード間は $N \times N$ スターカブラ36によって結合され、これらの各構成要素間は光ファイバ38で接続されている。このシステムにおいては、 $N \times N$ スターカブラ36を用いているため、各送信部35からの送信出力パワーは $1/N$ に分割されて N 個のノードの受信部37全てへ送られる。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】 上記の従来例1においては、波長特性のそろった多数の $1 \times N$ 光合分波器と多数の接続用光ファイバが必要で、上記の従来例2においても波長特性のそろった多数のグレーティング分波器と分岐比のそろったスターカブラが必要不可欠であり、両者に共通して部品点数とファイバ接続工程が増加するという大きな欠点があった。また、従来例2はスターカブラを用いているため、チャネル数の増加に伴って分岐損失による損失増加が避けられないという本質的な欠点があった。また、入射光が分岐されて常に全出力ポートに分配されるため秘匿性、経済性の点で問題があった。

【0006】 本発明は前記事情に鑑みてなされたもので、従来は多数の光合分波器を組み合わせて構成されていた $N \times N$ 光合分波器の単純化と歩留まり向上を図り、有用な光波アドレスシステムを提供することを目的とする。

【0007】

【課題を解決するための手段】 本発明は、光分岐結合と波長選択の機能を有する一つのアレイ導波路回折格子型光合分波器と可変波長光源を用い、可変波長光源の波長を変えることにより光信号の送られるアドレスすなわち伝送ルートを任意に切り換えることができる光波アドレスシステムであることを特徴とする。

【0008】 すなわち、本発明の請求項1記載の光波アドレスシステムは、複数の可変波長光源と、該可変波長光源からの出射光に信号処理を施す光信号処理器と、光導波路基板上に複数の入力導波路、スラブ導波路、アレイ導波路回折格子、および複数の出力導波路が形成されており、上記複数の可変波長光源から出射された複数の波長の入力信号光を各波長に対応して上記複数の出力導波路からそれぞれ出力するアレイ導波路回折格子型光合分波器と、該アレイ導波路回折格子型光合分波器から出力された光信号を検出する複数の受光素子を備えてなるものである。また本発明の請求項2記載の光波アドレスシステムは、上記請求1記載光波アドレスシステムにおいて、上記可変波長光源および光信号処理器が、上記ア

レイ導波路回折格子型光合分波器と一体化されているものである。

【0009】

【作用】本発明の光波アドレスシステムによれば、どの光源からの信号光も1/Nの分岐損失を生じないで所望のルート（またはアドレス）を選択して送信することができる。また、光合分波を一つの素子で行うため、従来例で問題となっていた光合分波器間の波長特性のばらつきがもたらす歩留まりの低下を完全に防止し、回路規模も大幅に縮小できる。特に、アレイ導波路回折格子型光合分波器の自由スペクトル範囲（FSR）が波長間隔の整数倍（ $FSR = n \Delta \lambda$ ）になるため、入力される波長に対する出力波長は周期性をもつことになり、FSRの整数倍（M）だけ異なる波長（ $\lambda(N \pm M) = \lambda N \pm M \times FSR$ ）を入力しても全く同じ動作が可能となる。さらに、可変波長光源としてレーザ光源を用い、注入電流を変化させて光源の波長を変化させることによって、信号光が届くアドレス、すなわち伝送ルートの切り換えを高速に行うことができ、高性能な光波アドレスシステムを提供することができる。

【0010】

【実施例】以下、実施例を挙げて本発明を詳細に説明する。

【実施例1】図1に本発明の第1の実施例を示す。本実施例の光波アドレスシステムは、可変波長半導体レーザ光源1、光信号処理器2、偏波補償器3、入力側光ファイバ4、出力側光ファイバ11、および受光素子12が各13個と、1個の石英ガラス製13×13アレイ導波路回折格子型光合分波器10で概略構成されている。可変波長半導体レーザ光源1は波長 $\lambda_1, \lambda_2, \dots, \lambda_{13}$ の13波の光を出力する。各光源1からの光は各光信号処理器2により各々信号処理された情報をもつ信号光となり、偏波補償器3で偏光面を合わせ、各入力側光ファイバ4を介してアレイ導波路回折格子型光合分波器10の入力導波路5-1, 5-2, ..., 5-13にそれぞれ入力される。

【0011】アレイ導波路回折格子型光合分波器10は、複数の波長の入力信号光を、各波長に対応して空間的に分離した複数の出力部に出力するもので、光導波路基板上に形成された複数の入力導波路5、スラブ導波路7、8、アレイ導波路回折格子9、および複数の出力導波路6から構成されている。ここで、例えば入力導波路5-1より入力した信号光に着目し、その流れに沿って動作原理を説明する。入力導波路5-1より入力した信号光は凹面型スラブ導波路7において回折により広がり、アレイ導波路回折格子9を構成する複数の導波路に入る。そしてアレイ導波路回折格子9を伝搬した後、凹面スラブ導波路8により集光する。このとき、アレイ導波路回折格子9で生じた位相差に基づき集束光の集束位置は決まるが、これは波長によって異なる。すなわ

ち、波長 λ_1 は出力導波路6-1、 λ_2 は出力導波路6-2、 λ_{13} は出力導波路6-13からというように、各波長に対応した出力導波路から取り出される。これらの波長選択された光信号は、出力導波路6に接続された各出力側光ファイバ11を介して各々の受光素子12に導かれ、送信された情報を得る。すなわち、入力導波路5-1から入力した波長 λ_1 の光は、その波長に応じて決まる出力導波路6-1を経て出力側光ファイバ11へ送出される。この時、入力光の波長を $\lambda_1, \lambda_2, \dots, \lambda_{13}$ のように変化させると出力光の出力導波路6-1, 6-2, ..., 6-13を選択することができる。

【0012】そして、可変波長半導体レーザ光源1の波長を例えば注入電流を変化させて変えることにより、信号光が届くアドレス、すなわち伝送ルートの切り換えを一つのアレイ導波路回折格子型光合分波器10を用いて高速に行うことができる。また、本実施例では、光合分波器の波長分割多重数を13としたが、本発明はこれに限定されるものではなく、波長分割多重数は任意である。またアレイ導波路回折格子の設計を変更すれば波長多重数の増減は容易である。このことは以下の実施例においても同様である。

【0013】次に、実施例に用いられている光信号処理器2について図2を用いて詳しく述べる。本発明において光信号処理器2は、光源1からの出射光に所望の光信号処理を施すもので、適宜のものを用いることができる。図2(a)は実施例1のシステム構成において、光信号処理器2の代わりに二オプ酸リチウム光変調器あるいは光半導体スイッチなどの光ゲートスイッチ16を組み込んだ例を示している。これにより、変調器あるいはゲートをオン、オフして光強度変調あるいは光信号の一部を通過、阻止して光信号処理を施すことができる。また図2(b)は、光信号処理器2の代わりに光半導体アンプあるいはガラス導波路アンプなどの光アンプ15を組み込んだ例を示している。これにより、アレイ導波路回折格子型光合分波器10および伝送路の損失を補償することができる。

【0014】【実施例2】図3に本発明の第2の実施例を示す。本実施例の特徴は、可変波長光送信器アレイ13と、先球ファイバアレイ14が、アレイ導波路回折格子型光合分波器10と同一基板上に搭載され一体化されていることである。可変波長光送信器アレイ13は、実施例1における複数の可変波長半導体レーザ光源1と複数の光信号処理器2が構造的に一体化されたものである。また、この可変波長光送信アレイ13の出力部とアレイ導波路回折格子型光合分波器10の入力部とが、その大きさの違いにより直接接続するのが困難であるために、これらの間を先球ファイバアレイを用いて好適に結合されている。本実施例の光波アドレスシステムによれば、実施例1で必要だった可変波長半導体レーザ光源1と光信号処理器2との間の光ファイバとその接続工程が

省略できる。さらに、光信号処理器2とアレイ導波路回折格子型光合分波器10との間の偏波補償器3が省略できる。これにより、さらなる小型化、部品点数ならびに組立工数の低減化が達成できる。このようなシステムの集積化は、本実施例のように各構成要素を同一基板上に形成するほか、任意の手段により各構成要素を一体化することによって達成することができる。

【0015】また実施例1および2では、光源として可変波長半導体レーザ光源1を用いているが、これを分布ブラッグ反射型半導体レーザ光源で置き換えても同様の動作が得られる。また、実施例2で可変波長光送信器アレイ13とアレイ導波路回折格子型光合分波器10は先球ファイバアレイ14で結合される構成になっているが、先球ファイバアレイ14に限らず適宜の光結合回路を用いて構成することができ、例えば両者間を効率よく結合するスポットサイズ変換導波路アレイをアレイ導波路回折格子型光合分波器10と同一基板上に作製すれば、より一層の経済化が図れる。

【0016】[実施例3] 図4に本発明の第3の実施例を示す。本実施例の特徴は、実施例1の可変波長半導体レーザ光源1と受光素子12が一体化されており、双方向通信が可能なことである。各ノードは、可変波長半導体レーザ光源1と光信号処理器2から成る光送信器18と、受光素子12と光信号復調器17から成る光受信器19との両者が組合わさった構成となっている。可変波長半導体レーザ光源1は $\lambda 1, \lambda 2, \dots, \lambda 13$ の13波長の光を選択して出力することができるものとする。

【0017】ここで、例えばノード1に着目して動作を説明する。入力側ファイバ4を介して入力導波路5-1からアレイ導波路回折格子型光合分波器10に入力した波長 $\lambda 2$ の信号光は、アレイ導波路回折格子型光合分波器10により決められた出力導波路6-2から出力側光ファイバ11を介してノード2の受光素子12-2に送られ、光信号復調器17-2により送信信号を得る。同じ波長 $\lambda 2$ を用いればノード2からの送信が可能で、双方向通信が成立する。ノード間で送受信できる波長は一義的に決まる。ノード1の波長を $\lambda 3, \lambda 4, \dots, \lambda 13$ と変化させれば、送信されるノードをノード3, 4, $\dots, 13$ の順に選ぶことができる。他のノードからの送信についても同様の動作が生じる。このように、各ノードのアドレスを表すのに波長を用いることができる。波長はソースノードのアドレスだけでなくデスティネーションノードのアドレスになり得る。すなわち、あるノードから他のノードへ情報を送りたいときは、送るべきノードに相当する波長を選択して出力すればよい。

【0018】図5に本発明の第4の実施例を示す。また図6(a)はこの第4の実施例における波長に対する入出力の対照表、図6(b)はノード間のルート表示図である。本実施例は上記第3の実施例と基本的な構成は同

じである。本実施例の特徴は、各ノード内に信号制御器20が設けられており、あるノードから他のノードへのアクセス信号により他のノードの送信波長を制御できることである。例えば、図5に示すようにノード1からノード2へは、図6(a)の入出力対照表によれば波長 $\lambda 2$ の光信号でアクセスすることができる。ノード2ではアクセス信号により信号制御器20が動作して、光送信器18から $\lambda 4$ の信号光が送出される。このような動作を繰り返して、ノード5は波長 $\lambda 3$ の信号光でアクセスされる。このように、アレイ導波路回折格子型光合分波器10を用いることにより図6(b)のルート図に示すように、例えばノード1からノード5へは他のノードを経由して信号が伝送できるだけでなく、ルートの障害も判断できる。また、各ノードでは必要に応じて情報を取り出すことができる。

【0019】尚、上記実施例1~4では光合分波器は波長分割多重を行うものとしたが、本発明においては、光周波数分割多重に対しても同様の動作が得られる。

【0020】[実施例5] 図7に本発明の第5の実施例を示す。本実施例の特徴は、可変周波数半導体レーザ光源21とアレイ導波路回折格子型光合分波器10を用いた構成で、光周波数に対しても第1の実施例と全く同じ動作が得られることである。この場合、アレイ導波路回折格子型光合分波器10は、波長分割多重を行う場合よりも分解能が高くなるように設計する。また、周波数可変半導体レーザ光源21としては、分布帰還型あるいは分布ブラッグ反射型半導体レーザを用いることができる。本実施例のシステムは、周波数可変半導体レーザ光源21、光信号処理器2、偏波補償器3、入力側光ファイバ4、出力側光ファイバ11、および受光素子12が各13個と、1個の石英ガラス製 13×13 アレイ導波路回折格子型光合分波器10で概略構成されている。

【0021】周波数可変半導体レーザ光源21は周波数 $f 1, f 2, \dots, f 13$ の13波の光を出力する。各光源21からの光は各光信号処理器2により各々信号処理された情報をもつ信号光となり、偏波補償器3で偏光面を合わせ、各入力側光ファイバ4を介してアレイ導波路回折格子型光合分波器10の入力導波路5-1, 5-2, $\dots, 5-13$ に入力される。

【0022】ここで、例えば入力導波路5-1より入力した信号光に着目しその流れに沿って動作原理を説明する。入力導波路5-1より入力した信号光は凹面型スラブ導波路7において回折により広がり、アレイ導波路9を構成する複数の導波路に入る。アレイ導波路9を伝はんした後、凹面スラブ導波路8により集光する。このとき、アレイ導波路9で生じた位相差に基づき集束光の集束位置は決まるが、これは周波数によって異なる。すなわち、周波数 $f 1$ は出力導波路6-1、 $f 2$ は出力導波路6-2、 $f 13$ は出力導波路6-13からというように、各周波数に対応した出力導波路から取り出される。

これらの周波数選択された光信号は、出力導波路6に接続された各出力側光ファイバ11を介して各々の受光素子12に導かれ、送信された情報を得る。すなわち、入力導波路5-1から入力した波長 f_1 の光は、周波数に応じて決まる出力導波路6-1を経て出力側光ファイバ11へ送出される。この時、入力光の周波数を f_1, f_2, \dots, f_{13} のように変化させると出力光の出力導波路6-1, 6-2, $\dots, 6-13$ を選択することができる。

【0023】このように、本発明の光波アドレスシステムでは、周波数可変半導体レーザ光源を用いても、その周波数を例えば注入電流を変化させて変えることにより、信号光が届くアドレス、すなわち伝送ルートの切り換えを一つのアレイ導波路回折格子型光合分波器10を介して高速に行うことができる。

【0024】

【発明の効果】以上説明したように、本発明の光波アドレスシステムによれば、可変波長光源の波長設定によりアドレスを選択して光信号を送信することができる。そして従来技術に比べて次に示すような大きな効果が得られる。すなわち、波長切り換えによるアドレスの選択を一つのアレイ導波路回折格子型光合分波器を用いて行うので特性ばらつきが少なく、製造歩留まりがよい。また、入出力数の増加に伴う分岐損失の増加がない。さらに、部品点数、製造工程の大幅な削減を実現でき、小型で高信頼性が得られる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の光波アドレスシステムの第1の実施例を示す概略構成図である。

【図2】実施例に用いられる光信号処理器の例を示す説

明図である

【図3】本発明の光波アドレスシステムの第2の実施例を示す概略構成図である。

【図4】本発明の光波アドレスシステムの第3の実施例を示す概略構成図である。

【図5】本発明の光波アドレスシステムの第4の実施例を示す概略構成図である。

【図6】(a)は第4の実施例における波長に対する入出力の対照表、(b)はノード間のルート表示図である。

【図7】本発明の光波アドレスシステムの第5の実施例を示す概略構成図である。

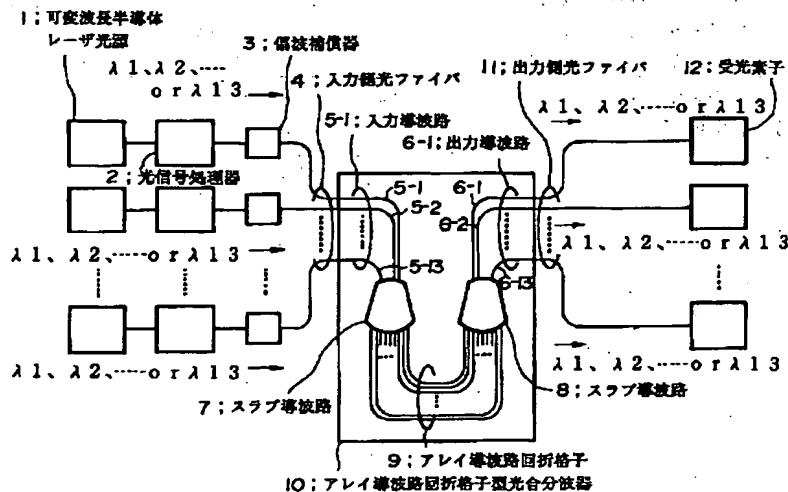
【図8】従来の光波アドレスシステムの構成を示す概略構成図である。

【図9】従来の光波アドレスシステムの構成を示す概略構成図である。

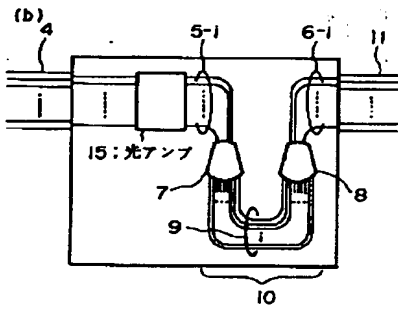
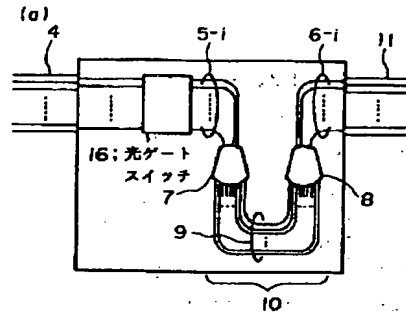
【符号の説明】

- | | |
|------------------|---------------------|
| 1…可変波長半導体レーザ光源 | 2…光信号処理器 |
| 3…偏波補償器 | 4…入力側光ファイバ |
| 5…入力導波路 | 6…出力導波路 |
| 7…スラブ導波路 | 8…スラブ導波路 |
| 9…アレイ導波路回折格子 | 10…アレイ導波路回折格子型光合分波器 |
| 11…出力側光ファイバ | 12…受光素子 |
| 13…可変波長光送信器アレイ | 14…先球ファイバアレイ |
| 15…光ゲートスイッチ | 16…光アンプ |
| 17…光信号復調器 | 18…光送信器 |
| 19…光受信器 | 20…信号制御器 |
| 21…可変周波数半導体レーザ光源 | |

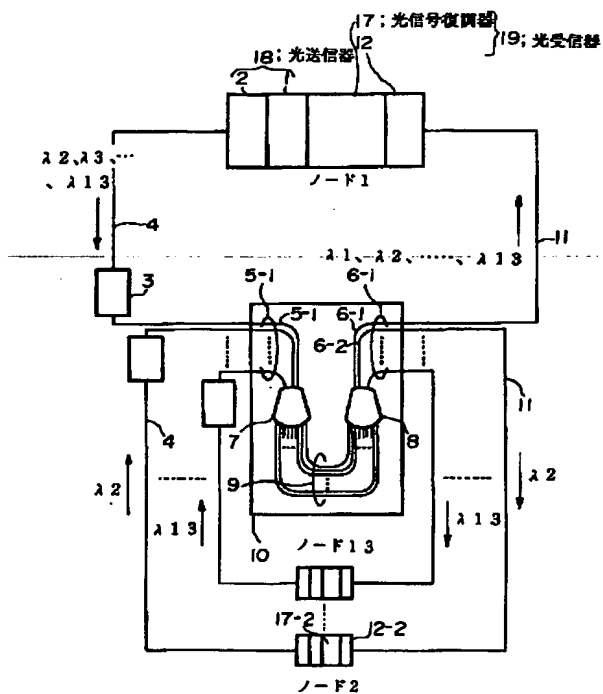
【図1】



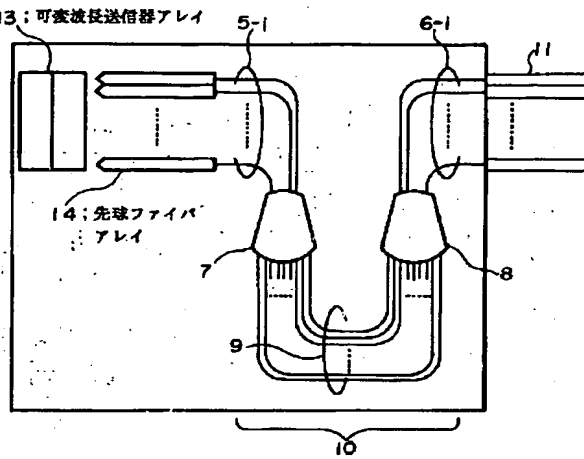
【図2】



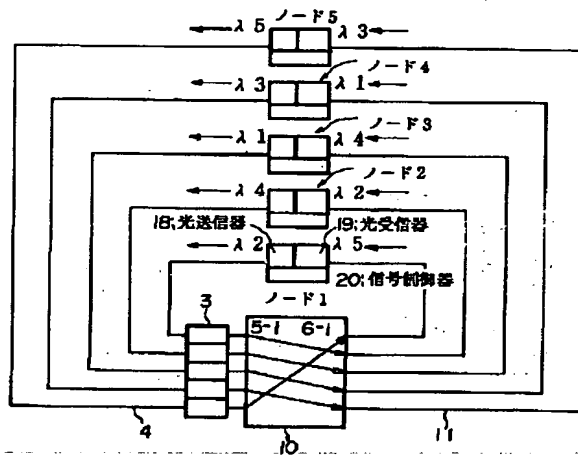
【図4】



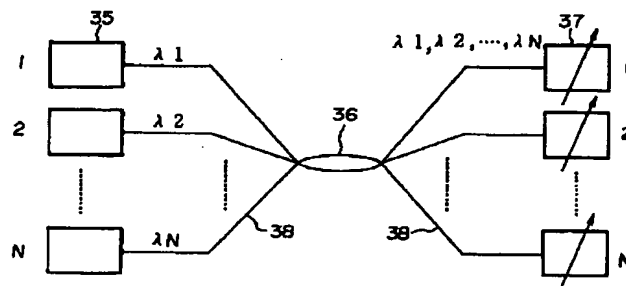
【図3】



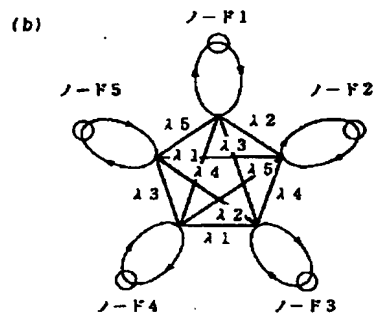
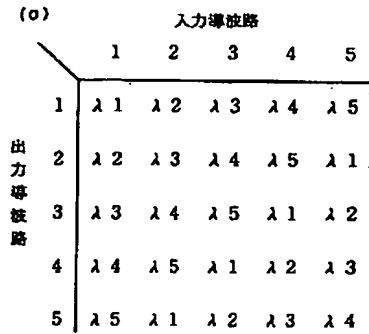
【図5】



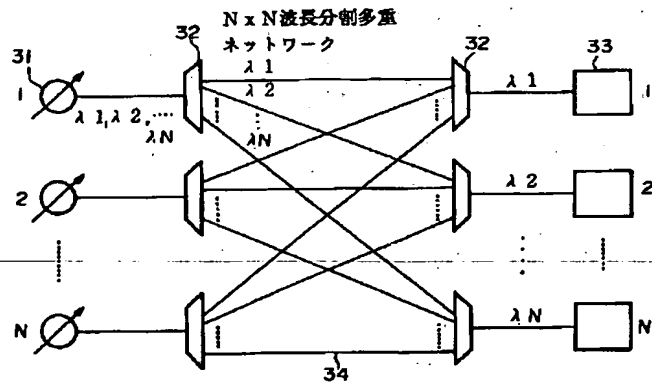
【図9】



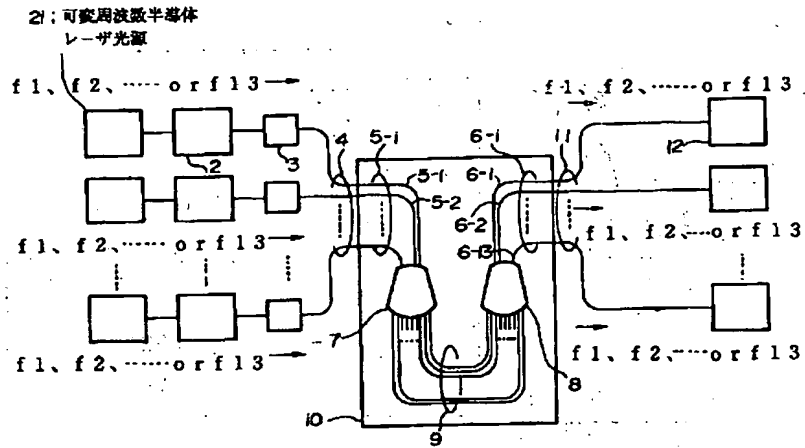
【図6】



【図8】



【図7】



This Page Blank (uspto)